Bomba extracorpórea



Bomba extracorpórea

El corazón y los pulmones funcionan en forma conjunta para mantener las células del cuerpo oxigenadas. En el proceso circulatorio, el corazón bombea sangre deficiente en oxígeno a los pulmones y luego recibe sangre oxigenada de los pulmones para distribuirla al resto del cuerpo. Con frecuencia, el corazón puede dañarse debido a una enfermedad cardíaca o traumatismo. Para reparar el daño, puede ser necesaria una cirugía a corazón abierto, donde se abre el tórax para exponer el corazón. En algunos procedimientos a corazón abierto, a veces, es necesario detener el corazón para reparar el músculo cardíaco, las válvulas u otras estructuras. La bomba de circulación extracorpórea permite al cirujano detener el corazón cuidadosamente sin interrumpir la circulación sanguínea.

Esta máquina consta de una bomba, que cumple la función del corazón, y un oxigenador, que cumple la función de los pulmones.

¿Cómo funciona? Principios básicos

Conexión al paciente: se colocando cánulas (tubos) en los vasos sanguíneos del paciente. Una de estas cánulas extrae la sangre del cuerpo, mientras que la otra la reintegra, estableciendo un circuito externo.

Oxigenación: La sangre extraída pasa por un oxigenador donde se elimina el dióxido de carbono y se incorpora oxígeno, realizando una función similar a la de los pulmones.

Bombeo: Una bomba mecánica impulsa la sangre oxigenada a lo largo del circuito y la devuelve al cuerpo, reproduciendo la función del corazón.

En la revascularización (bypass) con circulación extracorpórea, la sangre deficiente en oxígeno es desviada de las cámaras superiores del corazón, para ser conducida a una cámara en la bomba de circulación extracorpórea. Luego la sangre se transfiere a un oxigenador, donde es oxigenada. La bomba conduce la sangre nuevamente al sistema arterial del paciente y el cuerpo continúa la circulación sanguínea por su cuenta. Después de repararlo, el corazón se reinicia y se retira la bomba de circulación extracorpórea.



Bomba extracorpórea

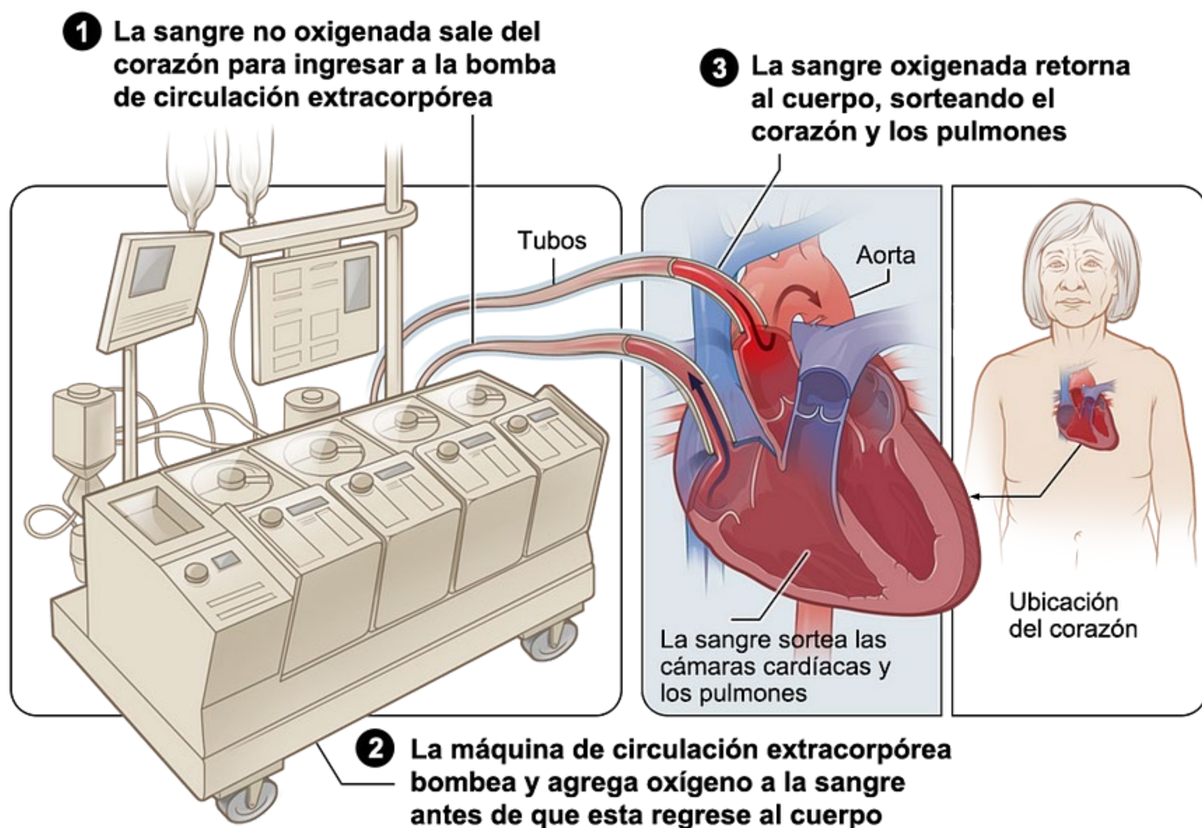
La circulación extracorpórea

BYPASS CARDIOPULMONAR, MÁQUINA CORAZÓN-PULMÓN, DERIVACIÓN CARDIOPULMONAR.

Es una técnica que se usa para operar a enfermos con lesiones dentro del corazón; el objetivo, por tanto, es mantener paradas y vacías de sangre las cavidades cardíacas, sin dejar de perfundir el resto del organismo. Otra forma de entender su finalidad es la de derivar la circulación del paciente a un oxigenador fuera del cuerpo y bombearla de nuevo al sistema arterial. La máquina de circulación extracorpórea también se denomina máquina de derivación cardiopulmonar; esta asume las funciones del corazón, encargándose de la acción de bombeo y oxigenando la sangre. De esta manera, el corazón permanece inmóvil durante la operación, lo cual es necesario para abrir el corazón (cirugía de corazón abierto).

¿Por qué se utiliza?

- *Permite operar en un corazón detenido*
- *Mantiene la circulación sanguínea.*
- *Mejora la oxigenación y la eliminación de dióxido de carbono.*
- *Soporte durante la recuperación*
- *Manejo de situaciones críticas*
- *Protege a otros órganos*
- *Permite una cirugía segura y precisa.*
- *Facilitar procedimientos complejos*



Para conseguir estos objetivos es preciso:

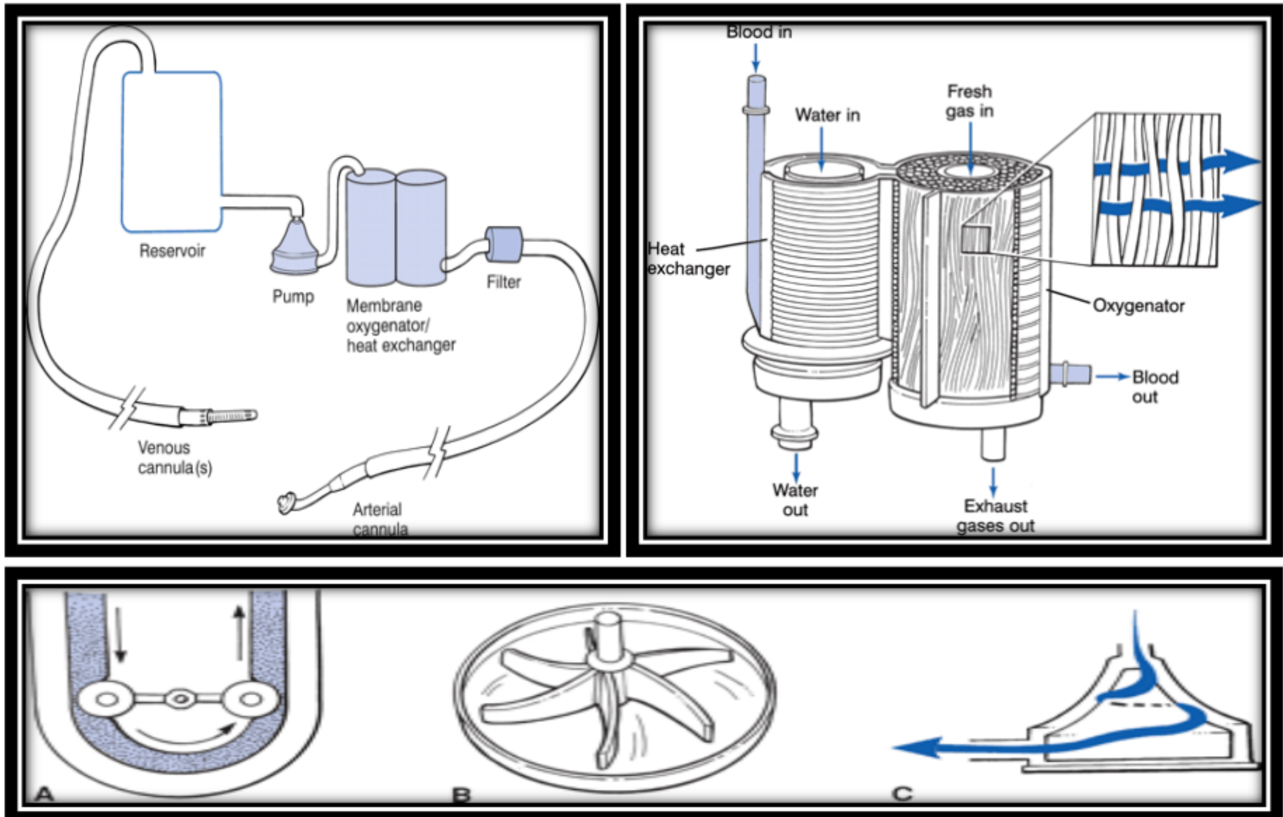
Proteger el corazón y mantener parado, se lleva a cabo el pinzamiento aórtico (dejando sin sangre las coronarias), luego se le infunde CARDIOPLEJÍA (parándolo en diástole), y por último se mantiene en frío (disminuyendo así el metabolismo cardíaco). Mantener perfundido el resto del organismo; para ello se sustituyen las funciones del corazón por una bomba y las del pulmón por un oxigenador.

MÁQUINA CORAZÓN-PULMÓN.

Cuando el paciente está conectado a una máquina de circulación extracorpórea, esta realiza las mismas funciones que realizaban el corazón y los pulmones. La máquina transporta la sangre desde la aurícula derecha a un recipiente especial denominado oxigenador; debido a ello, las cánulas venosas se insertan, una en la aurícula derecha o dos en las venas cavas.

Dentro del oxigenador las burbujas de oxígeno se mezclan con la sangre y se introducen en los glóbulos rojos; esto hace que la sangre cambie de color rojo oscuro (pobre en oxígeno) a vivo (rica en oxígeno).

A continuación, un filtro retira las burbujas de aire de la sangre rica en oxígeno y la sangre pasa por un tubo de plástico hasta llegar al conducto principal de sangre del organismo (la aorta). Desde la aorta, la sangre llega al resto del organismo, por eso la cánula aórtica se inserta en la raíz aórtica, arteria femoral o subclavia.



Material necesario para realizar la CEC (CIRCULACIÓN EXTRACORPÓREA CIRCULATORIA).

La bomba puede ser de 2 tipos:

- ***De rodillo****: a base de rotaciones; consta de dos rodillos que giran 180 grados para llevar a cabo el aspirado y la cardioplejía. Entre sus ventajas encontramos el fácil manejo y su bajo costo; su principal inconveniente consiste en que puede producir hemólisis.*
- ***Centrifuga:*** *dispone de un impulsor/rotador con conos de plástico/pestañas. Entre sus ventajas encontramos que conlleva menor porcentaje de microembolia gaseosa (más pequeña) y hemólisis; Sin embargo, tiene un coste mayor.*

Oxigenador, también de 2 tipos:

- ***De membrana**: son membranas permeables (compuestas por polipropileno con microporos o silicona), que actúan como la membrana alveolo capilar, permitiendo así el intercambio gaseoso.*
- ***Burbujas**: permiten el contacto directo sangre-gas; se utilizan sobre todo en la CEC pediátrica.*

Reservorio de cardiotomia. Es el lugar al que pasa la sangre después de la cánula. Tiene un primer filtro donde hay micro y macropartículas; permite añadir fármacos, sangre y fluidos, además de atrapar las burbujas. Se trata de un reservorio de aspiradores de campo.

El sistema de hipotermia (intercambiador de calor) puede encontrarse incorporado al oxigenador; controla la temperatura del cuerpo calentando o enfriando la sangre (disminución de riesgos), y también infunde cardioplejía. La hipotermia reduce el consumo de O2; Además, los gases son más solubles en sangre fría que en la caliente (al calentarse rápidamente aparecen burbujas). La temperatura nunca debe subir por encima de los 42 °C y el gradiente no debe ser mayor de 10 °C.

Sistema de cardioplejia. La cardioplejia se puede entender como la parálisis del corazón que se detiene en diástole (asistolia), o bien como la sustancia empleada en la cirugía cardíaca (CEC) para detener la actividad eléctrica y mecánica del corazón en diástole durante el procedimiento quirúrgico, provocando así el menor daño isquémico posible; estos pueden ser:

- ***Anterógrada**: va a través de la raíz de aorta, 60-100 mmHg (de arteria a vena). Una vez que se consigue vaciar el corazón para permitir su manipulación, hay que conseguir que este se pare sin sufrir las consecuencias de la isquemia. Para ello, se coloca una cánula en la aorta ascendente (colocar una pinza desde la cánula aórtica hasta las arterias coronarias). La cual inyectará por las coronarias una solución denominada cardioplejia, que consigue que el corazón se pare en diástole y permanezca sin sufrir los efectos de la isquemia durante un plazo aproximado de 20–30 minutos.*
- ***Retrógrada**: seno coronario, 30-50 mmHg (de vena a arteria). El recorrido es inverso al de la circulación fisiológica (desde las venas coronarias hacia los capilares); para ello insertamos otra cánula en el seno coronario. La cardioplejía retrógrada es un tipo de protección cardíaca, especialmente útil en los casos con patología coronaria, que no permite que la cardioplejía anterógrada se distribuya adecuadamente por la circulación cardíaca. Esta circulación retrógrada es posible en el cerebro y el corazón, porque no existen válvulas en las venas, por lo que puede circular la sangre de arterias a venas y viceversa.*

Combinada: se puede iniciar la anterógrada y luego pasar a retrógrada.

Partes del sistema

- **Cámara de bombeo:** reservorio donde se acumula la sangre antes de ser impulsada, con capacidad variable o fija.
- **Rotor:** mediante fuerza centrífuga o paletas, propulsa la sangre a través del circuito.
- **Motor:** fuente de energía, eléctrica o neumática, que proporciona el movimiento necesario para el bombeo.
- **Carcasa:** estructura resistente que protege los componentes internos y soporta las fuerzas generadas durante el funcionamiento.
- **Válvulas:** regulan la entrada y salida de sangre, evitando el reflujo y asegurando un flujo continuo.
- **Sellos y Juntas:** Elementos de sellado que garantizan la hermeticidad del sistema y previenen fugas de sangre.
- **Panel de control:** Interfaz que permite al operador ajustar la velocidad, el volumen y otros parámetros del bombeo, y visualizar datos en tiempo real.
- **Sensores:** miden y transmiten información sobre el flujo sanguíneo, la presión y otros parámetros relevantes para el funcionamiento seguro de la bomba.

BY-PASS CARDIOPULMONAR (BCP).

Es una técnica que suplanta temporalmente la función del corazón y los pulmones durante una cirugía, manteniendo la circulación de la sangre y la presencia de oxígeno en el cuerpo. La propia bomba con la que se realiza esta técnica es con frecuencia llamada máquina de corazón-pulmón o "la bomba". El BCP es una forma de circulación extracorpórea (CEC).

El bypass cardiopulmonar es comúnmente usado en cirugía cardíaca debido a la dificultad de operar un corazón latiendo; dichas operaciones requieren abrir las cámaras del corazón, por lo que es necesario el uso del BCP para poder mantener la circulación mientras dura la cirugía. EL BCP puede ser usado para inducir totalmente la hipotermia corporal, un estado en el cual el cuerpo puede mantenerse durante 45 minutos sin perfusión (flujo de sangre).

Si el flujo de sangre se detiene a la temperatura normal del cuerpo, normalmente ocurre un daño cerebral permanente dentro de 3-4 minutos; poco después puede ocurrir la muerte. La oxigenación de la membrana extracorpórea (OMEC) es una forma simplificada del BCP, a veces usada como soporte de vida para neonatos con serios defectos de nacimiento, o para oxigenar y mantener recipientes para trasplante de órganos hasta que los nuevos órganos puedan ser encontrados.

En dicho procedimiento, el cirujano coloca una cánula en la aurícula derecha, vena cava o vena femoral, para retirar la sangre del cuerpo y esta se conecta a la tubería llena con una solución de cristaloides isotónicos.

La sangre venosa removida del cuerpo es filtrada, enfriada o calentada, oxigenada, y luego regresada al cuerpo en otra cánula, generalmente insertada en la aorta ascendente, aunque también puede ser insertada en la arteria femoral.

Al paciente se le administra heparina para prevenir la coagulación y luego se le da sulfato de protamina para revertir los efectos de la heparina. Durante todo el procedimiento del BCP, el paciente se encuentra en estado de hipotermia, manteniendo la sangre fría y la temperatura corporal entre los 28 °C y 32 °C.



La sangre enfriada vuelve lento el metabolismo basal, disminuyendo así su demanda de oxígeno. Además, esto usualmente tiene una gran viscosidad, pero la solución de cristaloides usada para aplicar la tubería del bypass hace que se diluya.

¿Cuándo se utiliza una bomba extracorpórea?

- Bypass aortocoronario
- Reemplazo de válvulas cardiacas
- Corrección de defectos cardíacos congénitos
- Trasplantes de corazón
- Otras cirugías cardíacas
- Cirugía cardíaca
- Fallo cardíaco agudo
- Resucitación cardiopulmonar avanzada
- Circulación extracorpórea de oxigenación (ECMO)
- Procedimientos de Circulación Artificial Prolongada

Xavier Pardell